



生产性灰尘对人体 的危害及其预防

許 揚 三



科学普及出版社



总号：482

生产性灰塵对人体的危害及其預防

著 者： 許 揚 三

出 版 者： 科 学 普 及 出 版 社

(北京市西直門外郝家灣)

北京市書刊出版業營業許可証出字第091号

發 行 者： 新 華 書 店

印 刷 者： 北 京 市 印 刷 一 厂

(北京市西便門南大道乙1号)

开本：787 × 1092 $\frac{1}{32}$ 印張：1

1957年5月第1版 字数：19,000

1957年5月第1次印刷 印数：4,300

統一書号：14051·20

定价：(9)1角5分

07528

384
0851

CAE04/10

絕大多數的工矿企業在生产过程中往往能产生很多的灰塵,这种灰塵叫做生产性灰塵。它严重地威胁着工人的健康。所以与生产性灰塵作斗争,是目前工業衛生工作中的一个很重要的問題,同时也是一个很艰巨的任务。

在我国大規模的經濟建設中,全国各地每天有成千上万的产业工人、技術人員在含有無數灰塵的环境下辛勤地劳动着。他們不但接触的是灰塵,呼吸的也是含有大量灰塵的空气,因而就很可能引起了严重的职业病或职业中毒;影响了工人的健康,降低了工人的劳动能力及生产率。从这本书里我們就能知道,生产性灰塵对人体的危害及其預防方法的重要性。

其次,和生产性灰塵作斗争不但具有重大的衛生学意义,同时也具有重大的經濟学意义。例如,当进行高速切削金屬或以砂輪研磨金屬物質时,作为原料或半成品的各种物質,常常成为灰塵状态而飞揚于空气中,这些灰塵却往往有很高的价值。例如一个規模比較大的制碱工厂,在一天一夜里可能有兩吨左右的碱粉飞揚于空气中;噴鍍金屬时,弥散在空气中的金屬的細微粒子,在数量上可达30—70%,这样的損失实在惊人;燒煤的大型工厂,每天从烟筒里冒出的煤烟,其中含有很大的煤塵、灰燼及焦油性的物質数量很难估計。如果利用机械或化学的方法加以处理,不但可以收回極大量很有价值的工業原料,同时也可以使周圍的空气不致污染。大气被污染了,不但对居民的健康有直接的影响,同时对于城市的建筑物及市郊的农作物都有直接的害处。所以和灰塵做斗争的措施具有經

济和衛生的双重意义。

生产性灰塵的存在，單純从工艺学的观点来看，常常也是極不合算的。例如噴漆工業，在剛噴好漆的物質表面上落有灰塵，就能立刻失去成品的光彩；落在机床內的灰塵，極容易使滑动的金屬磨損，因而縮短机床的寿命。

什么叫做生产性灰塵？生产性灰塵是怎样發生的？哪些工業生产最容易發生灰塵？

生产性灰塵就是指在工業生产过程中所形成的微小固体粒子，正因为这些粒子很小，就能够在比較長的時間內悬浮在空气中。

产生生产性灰塵的原因一般有以下几个方面：

(1)工業上所使用的固体物質，經過机械的粉碎、鋼刀的切削、砂輪的磨光，都能产生灰塵。例如采掘各种矿石、岩石、开山、筑路、打隧道、加工及琢磨石器，矿石及岩石的軋碎或磨粉；金屬鑄造物的切削、磨光；去除鑄造物表面上所附着的砂屑（噴砂）；制造玻璃、耐火器材、水泥及陶磁时各种原料的粉碎等等工序，都能够产生大量的灰塵。

(2)有机物質的不完全燃燒或爆炸，能产生大量的灰塵（烟）。例如火力發電厂，由于氧的不足或爐子的建筑不合适，使煤燃燒不完全，因而从烟囱里冒出大量的煤塵。采矿时使用人工爆炸（放炮），而产生烟塵。翻砂工業或鑄造金屬物品时金屬的熔融也能發生大量的金屬烟氣，如机件和印刷鉛板鉛字的鑄造、鋼絲的鍍鉛鍍鋅等，都能够产生金屬烟氣。

灰塵的分类

灰塵的分类在研究灰塵的危害及其預防时是具有很大的意义的。根据灰塵的分类便能够系統地了解灰塵的来源、性質及对人的作用。这里根据灰塵的性質、灰塵对人的作用及灰塵的大小加以分类。分述如下:

一、根据灰塵的性質

1. 有机灰塵:

甲、植物性灰塵, 如棉花、木炭、麻、木材、谷麦、烟草等的粉末。

乙、动物性灰塵, 如兽毛、羽毛、角及骨粉等的粉末。

丙、加工或合成有机物質的灰塵, 如炸药、各种染料、药物等粉末。

2. 无机灰塵:

甲、金属灰塵, 如鉛、鋅、鎂、鋁、錳、鉻、鈣、鎳、鐵、鋼等粉末。

乙、非金属灰塵, 如石英、砂、石棉、石墨、石灰石、磷等粉末。

丙、加工无机物質的灰塵, 如水泥、金鋼砂、玻璃、耐火材料、燒碱等粉末。

3. 混合性灰塵:

这类灰塵大都是属于动植物性灰塵, 如兽毛、棉花、烟草、破布爛紙等粉末, 而里面夾杂着矿物质(非金属)灰塵。常常夾杂有30—50%的矿物质如砂土等。这类夾杂物一般比动植物性灰塵对人的危害更大, 同时在夾杂物中也往往帶有致病的微生物; 这往往容易被忽略掉。

二、根据生产性灰塵对机体的作用

当生产性灰塵与人体作用时，所發生的作用一般是复杂而多样的。一种灰塵对人体常常会引起几种不同的生理反应。可是我們仍旧可以根据它对人体主要作用的特性加以分类，因为这样可以幫助讀者对生产性灰塵得到較有系統的概念。

1. 刺激性灰塵和有毒灰塵 刺激性灰塵一般是溶解性比較大的灰塵。因为它的溶解性比較大，当它和上部呼吸道粘膜或眼睛粘膜接触时，很快就全部被溶解或部分被溶解，立刻和接触部位發生反应。因此对于被接触部位能發生強烈的刺激或腐蝕作用。由于它的溶解比較迅速而且是个局部反应，因此可能侵入肺部的量就較少，甚至已完全溶解或被上部呼吸道的纖毛所截住，这样对肺部的危害就比較小。此外，由于机体具有一种生理的防御反应，当刺激性灰塵刺激上呼吸道粘膜时，就能够由噴嚏、咳嗽、咯痰等反射方式，把进入机体的刺激性灰塵排出。这种反射也就是一种信号，警告人們必須迅速离开这个地方，或者利用其他办法如戴口罩等来防止灰塵的繼續侵入。使机体發生这种反应的灰塵有苏打、石灰、漂白粉及水泥等。

有毒灰塵具特有的毒性。由于这类灰塵能逐渐溶解于体液中，当經呼吸道进入机体后能被吸收，随着血液直接分布到身体各組織，因而引起全身中毒。但有些有毒灰塵也同时对人体有局部的刺激作用，如对皮膚及眼睛粘膜等。这类灰塵一般屬於重金屬及其鹽类，如鉛、錳、鉻、鎘、鍍等及其化合物。若干有机灰塵如三硝基甲苯、六六六杀虫药等对机体也同样具有刺激性及毒性，但它对人体的作用一般决定于它进入人体內的途徑和接触的部位。

2. 引起肺部纖維組織变化的灰塵 这类灰塵中最主要的灰

塵是屬於無機類，它們又是溶解性比較低的物質。當通過呼吸道被吸入後，能使肺部纖維組織發生變化，有的比較嚴重，有的只能引起中度或輕微的纖維變化。如無機灰塵中的二氧化矽及矽酸鹽類，都能引起中度以上的肺部纖維變化（矽肺或矽酸鹽肺）。這類灰塵有石英、砂、石棉、花崗石、浮石、雲母石及滑石等粉末。

3. 發生過敏性反應的灰塵 許多被認為無毒的灰塵對於一些個體感受性比較特殊的人可能發生反應。這種反應大部分作用於皮膚或上部呼吸道。例如吸入某種動植物性的灰塵後所引起的枯草熱或哮喘症。這類灰塵有花粉、某種木屑或細碎的馬毛、羽毛等。

4. 不引起肺部纖維組織變化的灰塵 這類灰塵大部分屬於非金屬的化合物，為不活動性灰塵。當它被吸入肺部後，既不和肺部或體液發生化學或物理變化，也不使肺部纖維組織發生變化，同時也不溶解於體液中；但是它可能包圍於肺組織或自由地存留於肺組織，然而並不成為纖維組織的一部分。屬於這類灰塵的有煤、石灰石、石膏、天然氧化鋁（如剛鋁砂）、菱鎂礦（碳酸鎂）等粉末。

三、根據灰塵顆粒的大小

生產性灰塵顆粒的大小在衛生學上是具有很重要的意義的。因為各種顆粒大小不同的灰塵，懸浮在空氣中的時間、在空氣中分布的疏密或均勻的程度都有很大的關係。懸浮在空氣中時間較長，被吸入的機會也就比較多。

懸浮於空氣中的生產性灰塵一般可以分為“固有灰塵”、“煙氣”、“煙”及“霧”四類。這種分類的方法主要是根據它的顆粒的大小。

1. 固有灰塵 这一类灰塵是从地壳物質，如石英、岩石等經過粉碎、搗碎或研磨等机械作用而产生的，它的顆粒的大小有的我們肉眼就能看見，有的必須通过超显微鏡才能看見，但絕大多數的顆粒直徑是在1微米（百万分之一米）以上。这类灰塵的化学成分及其物理、化学性質和它的原来物質完全相同，因为物質的化学性質是不会由于机械的作用而改变的。

2. 烟氣 烟氣是由于生产过程中的燃燒、升华或凝結而成的。例如由于燃燒或熔融金屬鉛所形成的鉛烟氣、熔鋅时所形成的氧化鋅烟氣、水銀蒸發时所形成的水銀烟氣等。这类灰塵的顆粒的大小一般在1微米以下。它如果在空气中和固有灰塵相遇时，很容易聚合在一起。

3. 烟 这类物質一般屬於有机物。例如当煤、木材、炸藥、烟草或油类等燃燒时所生成的烟。它們的顆粒的大小大多数小于0.5微米。

4. 霧 分散在空气中的水蒸汽或液体細沫，凝集在悬浮于空气中灰塵的表面，或包圍于灰塵的周圍，就成为霧。它的大小是不固定的，一般随着悬浮于空气中灰塵顆粒的大小而定；灰塵顆粒大时，霧的顆粒也就大。

灰塵的性質和它对人体的危害的关系

生产性灰塵对人体的危害作用和这些灰塵的物理、化学性質有着很密切的关系。因为灰塵的物理、化学性質，决定了它对人体接触部位的反应的快慢和程度，也就是說決定它对机体危害的严重程度。因此了解灰塵的物理、化学性質，是工業衛生上研究預防灰塵危害人体健康的主要科学理論根据。現在簡略叙述如下：

一、灰塵顆粒的大小

直徑大小在 0.5—5 微米之間的灰塵顆粒，在衛生學上具有較重要的意義。因為灰塵直徑在 10 微米以上時，在肺泡內很少被發現。根據化學實驗及動物實驗證明，二氧化矽灰塵，它的直徑在 0.5 微米以下者，如果被吸入肺部，危害性不很大。因為此時二氧化矽的微小顆粒大部分很快地被體液所溶解，那麼就容易以溶液的狀態通過腎臟而排出體外；同時在呼吸時，大約 50% 能隨着呼吸排出體外。

灰塵的最大粒子（50 微米以上），由於顆粒大，重量隨着也大，所以在空氣中停留的時間很短，很快地就能從空氣中沉降下來，這樣吸入人體的機會也就隨着少了。當進入呼吸道時能完全或絕大部分停留在鼻、咽、氣管及大支氣管內，附着於粘膜上，靠着氣管內纖毛的掃除運動和痰液一起排出體外。大小在 15—10 微米的灰塵粒子也很少能通過呼吸道而到達肺泡，同樣地大部分停留在氣管或支氣管內。大小在 10—5 微米的灰塵粒子，雖然能到達肺泡內，但同樣有一部分停留在支氣管。大小在 5—1 微米的最小灰塵粒子，能全部或絕大部分侵入肺泡內，在肺泡內常常占有全灰塵量的 80—90%，因此是危害性最大的灰塵顆粒。超顯微鏡的灰塵顆粒，它雖然也能侵入肺泡內，但因為動得較快而且受分子撞擊的影響也較大，幾乎完全不從空氣中沉降，所以也不附着於肺泡壁，呼吸時沿着氣流的方向而運動。

就灰塵顆粒的大小與其侵入呼吸器官的深度，一般可以歸納如下：

- (1) 顆粒大小在 30—10 微米，到達支氣管末端；
- (2) 顆粒大小在 10—5 微米，到達肺泡管；

(3) 顆粒大小在 5—1 微米，到达肺泡；

(4) 顆粒大小在 1—0.5 微米以下，到达肺泡，然其中大約 50% 随着呼气又被排出体外(見圖 1)。

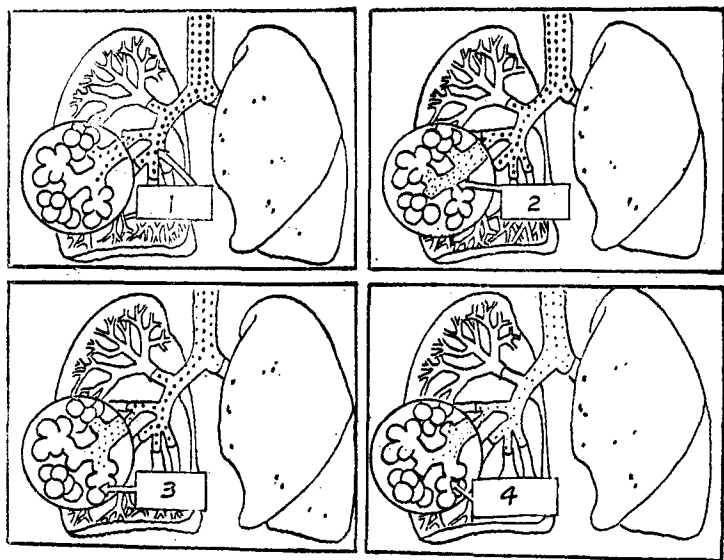


圖 1 灰塵顆粒的大小与其停留于肺部的說明。

二、灰塵从空气中沉降的快慢

灰塵对人体的危害作用和該灰塵在空气中浮游時間的長短是有直接关系的。不能停留于空气中或只能在很短的時間內停留于空气中的生产性灰塵，虽然具有很大的毒性，但是由于其通过呼吸道而进入体内或与人体接触的机会較少，因此对人体的危害作用也就相对地减少了。

浮游于空气中的微小灰塵顆粒的行动及停留的時間，基本上决定于它的顆粒的大小和顆粒的比重。直徑大小相同的灰塵

粒子，比重大的粒子浮游在空气中的時間較比重小的短；比重相同的灰塵，在顆粒大時，浮游于空气中的時間較顆粒小的短，也就是在空气中沉降得快。例如石英灰塵，當它的粒子的直徑為 10 微米時，它的沉降的速度每秒鐘為 0.6 厘米；粒子直徑為 5 微米時，在空气中沉降的速度每秒鐘為 0.15 厘米。其次，根據實驗觀察，在靜止空气中（所謂靜止空氣就是指空氣流速每秒鐘在 0.1 米以下）能沉降的灰塵，它的粒子大小大約在 2 微米左右。如在流動的空气中，這樣大小的灰塵粒子幾乎不能从空气中沉降。

三、灰塵的外表形态和硬度

生产性灰塵的外表是各种各样的，硬度也各不相同。过去認為灰塵的形狀和硬度的不同，對它的危害作用有決定性的影响，但事实并不是这样，作用并不太大。因为有許多粒子很小而硬度很大的灰塵，如金鋼砂灰塵，却不能引起像二氧化矽灰塵（石英灰塵）所可能引起的肺部纖維組織的變化。虽然如此，在評價各類灰塵對人體上部呼吸道的作用時，則灰塵的硬度和灰塵的外表形态同樣是必須考慮在內的。棱角銳利、鋸齒狀的、粗糙的、硬的灰塵，一般比較軟的、圓形的、光滑的灰塵更容易損害人體的上部呼吸道粘膜，更強烈地刺激皮膚或露出的粘膜（如眼睛）。

另一方面，長而軟的動植物性灰塵（纖維）比其他灰塵更容易粘在氣管壁或支氣管壁上，結果在上部呼吸道粘膜上復蓋着一層絨毛狀的纖維物質。在這種情況下很容易引起慢性氣管炎和慢性支氣管炎。其次在同樣條件下（比重相同），外表形态不整齊的灰塵比較圓形的灰塵停留于空气中的時間長，因此給人們吸入的機會也就增多了。

四、灰塵的溶解性

生产性灰塵能否溶解于体液中与它的溶解度的大小与该灰塵对人体的危害性及作用于人体的部位都有直接的关系：对人体主要給予机械性刺激作用的灰塵，溶解越迅速越完全，对人体的危害性也越小，但如对人体主要是以化学性刺激作用为主的灰塵，那么溶解度越大，对人体的危害作用也就越大。

对人体具有化学性刺激作用的灰塵，如碱类灰塵等，当經呼吸道或消化道进入体内时，因为它的溶解度大，所以和口腔、鼻腔、呼吸道或消化道的粘膜接触时，就会很快地發生刺激作用。另一方面如矽塵或金屬灰塵，由于溶解度小，因此当經过上部呼吸道或消化道，和粘膜接触时，一般不發生反应，因此不發生刺激作用。总之，溶解度大的灰塵，当和人体接触时，由于在接触部位开始或完全被溶解，因此往往主要会引起局部反应；而溶解度低的灰塵，一般能引起全身反应。

五、其他

灰塵在空气中的分散度（灰塵的粒子越小，它的分散度越大），也能影响它的化学活动性，特别是有机物質的灰塵。如淀粉、米粉、糖末、面粉及煤塵等，当它在空气中的分散度大时，和空气中氧气的接触面大，遇上火焰就能發生强烈的爆炸。

此外，空气中的灰塵还可以帶一些病菌，如結核杆菌、引起肺霉菌病的霉菌、炭疽芽胞、放綫狀菌病的菌塊、馬鼻疽病原體等。

工厂車間及矿井空气中灰塵的最大許可濃度

所謂“灰塵的最大許可濃度”，就是指在工厂的車間及矿井

空气中生产性灰塵的最高許可含量，工人經常在超过这种規定的含量的环境下劳动，就会得某种职业病，或健康受影响。根据苏联国家的标准列表于下：

灰 塵 的 种 类	每公升的毫克数
矽塵 (含游离的二氧化矽超过50%)	2 (每立方米)
(含游离的二氧化矽不超过50%)	10 (每立方米)
石棉	2 (每立方米)
鉛的無机化合物	0.00001
錳 (以二氧化錳計算)	0.0003
鉻 (氧化鉻或鉻酸鹽类)	0.0001
碳 (含游离的二氧化矽不超过50%)	10 (每立方米)
氧化鋅	0.005
砷或氧化砷	0.0003
汞	0.1—0.2
汞的化合物	0.00001

如以灰塵的顆粒計算：

不含有二氧化矽的灰塵 1800粒/立方厘米

含有少量二氧化矽的灰塵 1100粒/立方厘米

含有20—40%二氧化矽的灰塵 350粒/立方厘米

含有40%以上二氧化矽的灰塵 180粒/立方厘米

我国的标准 (1956年3月20日批准) 为：

	灰 塵 种 类	容 許 濃 度 (毫克/米)
1.	含石英10%以上的各种灰塵 (石英、石英岩等) 以及石棉灰塵	2
2.	其他各种灰塵	10

接触生产性灰塵时可能引起的疾病

生产性灰塵对人体健康的影响是复杂的，可能引起的疾病种类非常多，范围十分广。它的作用于人体的部位，是随着进入人体途径的不同而有所不同。对人体危害的程度也因接触濃度的高低、接触时间的长短、連續性以及个人不同的感受性等而有差别。表现的症狀有急性的也有慢性的，有全身反应也有局部反应。其中可以包括对呼吸器官、对皮膚及眼睛的局部作用，或同时会引起对内臟各器官如肝、腎、血液系統、造血器官或神經系統等的全身作用。这里簡單地把若干比較常見及重要的灰塵所能引起的疾病略作介紹。

一、灰塵对呼吸器官的作用

灰塵对呼吸器官的作用，包括了对上部呼吸道的刺激作用或腐蝕作用和引起肺部某种特殊疾病的作用。实际上有若干种类的生产性灰塵不但能够作用于上部呼吸道，同时也能够使肺部發生特殊的疾病，例如鈹、鎘、鉻、錳、鎳及釩等金屬灰塵。除了上面所列举的几种金屬灰塵外，有机灰塵也会有同样的作用。顆粒比較大的有机类生产性灰塵，当落入鼻腔、咽喉、气管及支气管的粘膜上，因为刺激作用的緣故，能使这些部位充血腫脹，分泌亢进。尖銳而粒子較大的灰塵能損伤粘膜，这样就有利于細菌的侵入。因为灰塵机械性的刺激及細菌感染的結果，能使上部呼吸道發炎。慢性炎症的結果，能使上部呼吸道粘膜萎縮、起癢。这样就会降低上部呼吸道截留較細灰塵侵入肺部的机能，因而引起肺部的种种疾病。

下表列举几种可能引起呼吸器官疾病的灰塵：

灰 塵	所 患 疾 病	病 變
二氧化矽 石棉 煤矽混合 滑石粉 矾土和鋼石	矽肺 石棉肺 煤矽肺 滑石粉塵肺 賽維斯氏病	慢性纖維性病變
鉍	鉍肉芽性肺疾病	淋巴肉芽腫
錳 鉍 鋁 鈣 甘蔗渣	錳肺炎 鉍肺炎 甘蔗渣肺	急性肺炎，水腫或細支氣管炎
某種木屑 種子 谷類 羽毛		哮喘
砷 鉍酸鹽類 石棉 放射性物質		癌
棉花 亞麻	棉肺	慢性支氣管炎和氣腫

矽肺：

矽肺是一種因為吸入含有二氧化矽的生產性灰塵所引起的肺疾病，這種疾病的特徵表現在肺部纖維組織的病理變化上。這種肺疾病，早期在臨床上面沒有很明顯的症狀，不過在勞動時呼吸感覺困難，肺部擴張的能力減低，勞動能力隨着減低，休

温一般是正常的。这种肺疾病使病人容易得肺結核。

1. 哪一类产业工人比较容易得矽肺呢？

只有比較長期而連續吸入含有二氧化矽的灰塵时才会得矽肺。工業生产中使用的含有二氧化矽的原料，在磨碎过程中，部分矽塵飞散到空气中，被吸入到肺部，經過一定的時間就可能引起矽肺。目前比較重要而可能發生矽肺的工矿业有以下几种：

(1) 开采各种矿石、岩石、挖掘隧道、制造或琢磨、加工各种石器、矿石的軋碎及磨粉等工業；

(2) 金属机械鑄造工業的翻砂及噴砂工段；

(3) 金属鑄造品的加工工業中，由砂石制成的輾輪，其中含有大量的游离二氧化矽，当磨光金属时，砂輪面上产生出大量的含有二氧化矽的灰塵；

(4) 以陶土为原料的陶磁器制造工業；

(5) 各种金属冶煉工業。一切矿石在未进行冶煉前，首先必須將它們磨碎成小塊，在粉碎过程中也能产生出大量的灰塵；

(6) 玻璃工業在磨碎原料、配料或切斷玻璃时能發出大量含有二氧化矽的灰塵；

(7) 耐火器材制造工業的磨粉或配料等。

参加上述各种工業、企業的工人，接触灰塵的机会多，固然容易發生矽肺，其他如棉紡工厂和麻織工厂中人工选料的車間里，由于原料中往往夾杂有大量的砂土，因此長期操作的工人也可能得矽肺；但是这种現象在解放后由于改善了生产操作發病率大大降低了。

2. 矽肺的病理：

(1) 全身变化 近年来苏联学者根据巴甫洛夫学說研究的

結果，認為矽肺是全身性的疾病。它的主要特点是中樞神經系統和植物神經系統機能的抑制，因此分析器的原動能力降低，神經過程的性質有所改變，它的力量及靈活性降低。神經末梢及神經干有顯著的萎縮性變化和退行性變化。呼吸道和胃腸道粘膜也都有退行性的變化。

(2)肺部變化 當二氧化矽或含有二氧化矽的灰塵被吸入肺部後，這些被吸入的灰塵，在相當的時間內能靜止地停留在肺泡中，或少部分穿入淋巴間。接着便是大部分塵粒被游走的內皮細胞所吞食，而被包圍在肺泡壁。以後逐漸分離以變形蟲式的運動通過肺泡壁而進入小淋巴島，堵住小淋巴管的通路，然後進入淋巴管。最後被大群的淋巴腺所占有，而形成肺門和肺根部的一部分。這類吞噬細胞的數目隨着灰塵在肺泡內的數目而改變。在肺泡內發現，一個吞噬細胞可以同時吞食好幾個矽塵粒子。這種吞食灰塵的細胞叫做“灰塵細胞”。

另一方面部分被吞食的矽塵粒子逐漸而緩慢地溶解於細胞漿中，成為溶液狀態，形成矽酸。這時所釋出的矽酸對於吞噬細胞有刺激作用，而使吞噬細胞死亡。

由於死亡的吞噬細胞的堆積和矽酸與淋巴腺的反應，便堵塞了淋巴循環。這時那些灰塵細胞就逐漸地移向肺的基部，阻塞淋巴管；最後形成微小的淋巴塊質，堵住淋巴管的進口。那些被矽酸所殺死的灰塵細胞又分離出沒有被溶解完的游离二氧化矽粒子，它們又重新被吞食，又溶解為矽酸；而損壞周圍的組織。這組織和矽酸反應而形成組織纖維。矽酸不斷地釋出，所形成的組織纖維一層一層地堆聚起來，加上透明質等的變化，就造成洋蔥切面狀的纖維小結節。久而久之，這種結節愈來愈大愈多，它們和淋巴管相結合，形成纖維組織的團球狀